

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. September 2001 (13.09.2001)

PCT

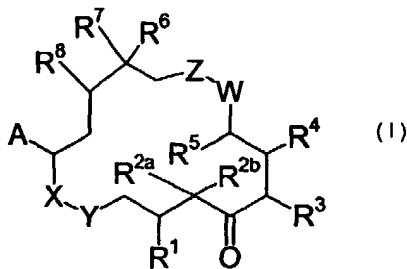
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/66154 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: A61K 51/00 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KLAR, Ulrich
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/02699 [DE/DE]; Iscegrimsteig 8a, 13503 Berlin (DE). GAY, Jür-
gen [DE/DE]; Bismarckstrasse 59b, 14109 Berlin (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: SKUBALLA, Werner [DE/DE]; Mattersburger Weg 12,
9. März 2001 (09.03.2001) 13465 Berlin (DE). SCHWEDE, Wolfgang [DE/DE];
Klosterheider Weg 35, 13467 Berlin (DE). BUCHMANN,
(25) Einreichungssprache: Deutsch Bernd [DE/DE]; Erdmannstrasse 44, 16540 Hohen Neuen-
dorf (DE). BUNTE, Thomas [DE/DE]; Hilbertstrasse 4,
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch 12307 Berlin (DE). LICHTNER, Rosemarie [DE/DE];
Belziger Strasse 39, 10823 Berlin (DE).
(30) Angaben zur Priorität: 100 13 363.0 9. März 2000 (09.03.2000) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,
von US): SCHERING AKTIENGESSELLSCHAFT HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
[DE/DE]; Müllerstrasse 178, 13353 Berlin (DE). LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RADIOACTIVELY LABELED EPOTHILONE DERIVATIVES, METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF, AND THEIR BIOCHEMICAL AND PHARMACEUTICAL USE

(54) Bezeichnung: RADIOAKTIV MARKIERTE EPOTHILON-DERIVATE, VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG UND IHRE BIOCHEMISCHE UND PHARMAZEUTISCHE VERWENDUNG



(57) Abstract: The invention relates to novel radioactively labeled pharmacologically effective epothilone derivatives of general formula (I), wherein: R¹ represents O-PG and hydroxyl, wherein PG is a protective group; R^{2a}, R^{2b} are the same or different and represent, independent of one another, hydrogen C₁-C₁₀ alkyl, aryl, C₇-C₂₀ aralkyl or, together, represent a (CH₂)_m group, wherein m is equal to 1, 2, 3, 4 or 5; R³ represents a C₂-C₁₀ alkyl group, a C₂-C₁₀ alkenyl group or a C₈-C₂₀ aralkyl each containing 2n tritium atoms, wherein n equals 1 or 2; R⁴ represents O-PG and hydroxyl; R⁵ represents hydrogen C₁-C₁₀ alkyl, aryl, C₇-C₂₀ aralkyl and halogen; W-Z represents a CH₂-CH₂, CH₂-O or O-CH₂ group; R⁶ represents hydrogen, C₁-C₁₀ alkyl, aryl, C₇-C₂₀ aralkyl, (CH₂)_s-V and halogen, wherein s equals 1, 2, 3 or 4 and V represents

O-PG, hydroxyl or halogen; R⁷, R⁸ each represent a hydrogen atom and, together, represent an additional bond or an oxygen atom; A represents aryl, C₇-C₂₀ aralkyl, and a group R¹⁰-CH=CR⁹, wherein R⁹ represents hydrogen, halogen, CN, C₁-C₂₀ alkyl, aryl, and C₇-C₂₀ aralkyl, and R¹⁰ represents hydrogen, C₁-C₂₀ alkyl-, aryl-, C₇-C₂₀ aralkyl, and; X-Y represents an O-C(=O), an O-CH₂, a CH₂-C(=O), an NR¹¹-C(=O) and an NR¹¹-SO₂ group, wherein R¹¹ represents hydrogen and C₁-C₁₀ alkyl. The novel compounds of formula (I) are valuable pharmaceuticals and valuable diagnostic probes for elucidating, for example, active mechanisms and biochemical, pharmacokinetic and/or pharmacodynamic processes.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft neue, radioaktiv markierte pharmakologisch wirksame Epothilon-Derivate der allgemeinen Formel I, worin R¹ O-PG, Hydroxyl, worin PG eine Schutzgruppe ist, R^{2a}, R^{2b} gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander Wasserstoff, C₁-C₁₀-Alkyl, Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl, oder gemeinsam eine -(CH₂)_m-Gruppe, worin m 1, 2, 3, 4 oder 5 ist, R³ C₂-C₁₀-Alkyl-, C₂-C₁₀-Alkenylgruppe oder C₈-C₂₀-Aralkyl, die jeweils 2n-Tritiumatome enthalten, worin n 1 oder 2 ist, R⁴ O-PG, Hydroxyl, R⁵ Wasserstoff, C₁-C₁₀-Alkyl, Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl, Halogen, W-Z eine CH₂-CH₂, CH₂-O oder O-CH₂-Gruppe, R⁶ Wasserstoff, C₁-C₁₀-Alkyl, Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl, (CH₂)_s-V, Halogen, worin s 1, 2, 3 oder 4 und V O-PG, Hydroxyl oder Halogen ist, R⁷, R⁸ je ein Wasserstoffatom, gemeinsam eine zusätzliche Bindung oder ein Sauerstoffatom, A Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl, eine Gruppe R¹⁰-CH=CR⁹, worin R⁹ Wasserstoff, Halogen, CN, C₁-C₂₀-Alkyl, Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl und R¹⁰ Wasserstoff, C₁-C₂₀-Alkyl-, Aryl-, C₇-C₂₀-Aralkyl- ist, X-Y eine O-C(=O), O-CH₂, CH₂-C(=O), NR¹¹-C(=O), NR¹¹-SO₂-Gruppe, worin R¹¹ Wasserstoff, C₁-C₁₀-Alkyl ist, bedeuten. Die neuen Verbindungen der Formel I sind wertvolle Pharmaka und wertvolle diagnostische Sonden zur Aufklärung beispielsweise von Wirkmechanismen, biochemischen, pharmakokinetischen und/oder pharmakodynamischen Abläufen.

WO 01/66154 A2



NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

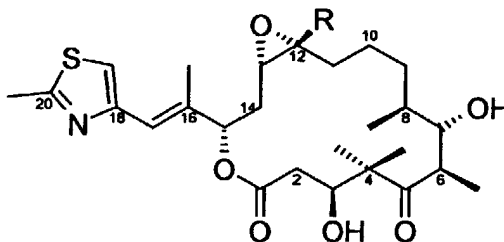
*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.*

-1-

**Radioaktiv markierte Epothilon-Derivate, Verfahren zu deren Herstellung
und ihre biochemische und pharmazeutische Verwendung**

Die Erfindung betrifft radioaktiv markierte, pharmakologisch wirksame Epothilon-
5 Derivate.

Von Höfle et al. wird die cytotoxische Wirkung der Naturstoffe Epothilon A (R =
Wasserstoff) und Epothilon B (R = Methyl)



Epothilon A (R = H), Epothilon B (R=CH₃)

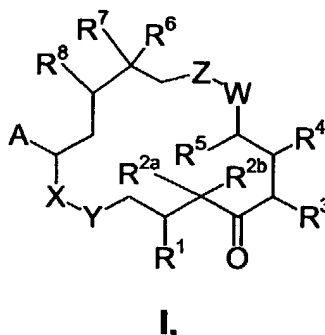
- z.B. in Angew. Chem. 1996, 108, 1671-1673, beschrieben. Wegen der in-vitro-
Selektivität gegenüber Brust- und Darmzelllinien und ihrer im Vergleich zu Taxol
15 deutlich höheren Aktivität gegen P-Glycoprotein-bildende, multiresistente Tumorzelllinien
sowie ihre gegenüber Taxol verbesserten physikalischen Eigenschaften, z.B. eine um
den Faktor 30 höhere Wasserlöslichkeit, ist diese neuartige Strukturklasse für die
Entwicklung eines Arzneimittels zur Therapie maligner Tumoren besonders interessant.
- 20 Die Naturstoffe sind sowohl chemisch als auch metabolisch für eine
Arzneimittelentwicklung nicht ausreichend stabil. Zur Beseitigung dieser Nachteile sind
Modifikationen an dem Naturstoff nötig. Derartige Modifikationen sind nur auf
totalsynthetischem Wege möglich und setzen Synthesestrategien voraus, die eine
breite Modifikation des Naturstoffes ermöglichen. Ziel der Strukturveränderungen ist es
25 auch, die therapeutische Breite zu erhöhen. Dies kann durch eine Verbesserung der
Selektivität der Wirkung und/oder eine Erhöhung der Wirkstärke und/oder eine
Reduktion unerwünschter toxischer Nebenwirkungen, wie sie in Proc. Natl. Acad. Sci.
USA 1998, 95, 9642-9647 beschrieben sind, erfolgen.
- 30 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, neue, radioaktiv markierte
Epothilon-Derivate zur Verfügung zu stellen, die sowohl chemisch als auch metabolisch

-2-

ausreichend stabil sind und die hinsichtlich ihrer Selektivität der Wirkung und/oder unerwünschter toxischer Nebenwirkungen und/oder ihrer Wirkstärke den natürlichen Derivaten vergleichbar oder überlegen sind.

- 5 Es wurde nun überraschenderweise gefunden, daß eine exozyklisch angebrachte Doppelbindung (R^3 in I) selektiv in Gegenwart einer endozyklischen Doppelbindung (z. B. wenn R^7 , R^8 gemeinsam eine zusätzliche Bindung darstellen) oder einer weiteren exozyklischen Doppelbindung (z. B. wenn A in I die Bedeutung $R^{10}-CH=CR^9$ - besitzt), oder auch in Gegenwart eines reaktiven Epoxides (z. B. wenn R^7 , R^8 gemeinsam ein Sauerstoffatom darstellen) hydriert bzw. tritiert werden kann.

Die neuen erfindungsgemäßen Epothilon-Derivate sind gekennzeichnet durch die allgemeine Formel I,



15

worin

R^1 O-PG, Hydroxyl,
worin PG eine Schutzgruppe ist,

R^{2a} , R^{2b} gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander Wasserstoff,

20 C_1 - C_{10} -Alkyl, Aryl, C_7 - C_{20} -Aralkyl, oder gemeinsam eine $-(CH_2)_m$ -Gruppe,
worin m 1, 2, 3, 4 oder 5 ist,

R^3 C_2 - C_{10} -Alkyl oder C_8 - C_{20} -Aralkyl, die jeweils $2n$ -Tritiumatome enthalten,
worin n 1 oder 2 ist,

R^4 O-PG, Hydroxyl,

25 R^5 Wasserstoff, C_1 - C_{10} -Alkyl, Aryl, C_7 - C_{20} -Aralkyl, Halogen,

W-Z eine CH_2-CH_2 , CH_2-O oder $O-CH_2$ -Gruppe,

R^6 Wasserstoff, C_1 - C_{10} -Alkyl, Aryl, C_7 - C_{20} -Aralkyl, $(CH_2)_s-V$, Halogen,
worin s 1, 2, 3 oder 4 und

V O-PG, Hydroxyl oder Halogen ist,

-3-

R^7, R^8 je ein Wasserstoffatom, gemeinsam eine zusätzliche Bindung oder ein Sauerstoffatom,

A Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl, eine Gruppe R^{10} -CH=CR⁹-,
 worin R⁹ Wasserstoff, Halogen, CN, C₁-C₂₀-Alkyl, Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl
 5 und
 R^{10} Wasserstoff, C₁-C₂₀-Alkyl-, Aryl-, C₇-C₂₀-Aralkyl- ist,
 X-Y eine O-C(=O), O-CH₂, CH₂-C(=O), NR¹¹-C(=O), NR¹¹-SO₂-Gruppe,
 worin R¹¹ Wasserstoff, C₁-C₁₀-Alkyl ist,
 bedeuten.

10

Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung Verbindungen der allgemeinen Formel I', in denen anstelle der in der Formel I für R³ genannten Substituenten eine C₂-C₁₀-Alkenylgruppe, die 2n-Tritiumatome enthält, worin n 1 oder 2 ist, steht.

15

Als Alkylgruppen R^{2a}, R^{2b}, R³, R⁵, R⁶, R⁹, R¹⁰ und R¹¹ sind gerad- oder verzweigt-kettige Alkylgruppen mit 1-20 Kohlenstoffatomen zu betrachten, wie beispielsweise Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, tert.-Butyl, Pentyl, Isopentyl, Neopentyl, Heptyl, Hexyl, Decyl.

20

Die Alkylgruppen R^{2a}, R^{2b}, R³, R⁵, R⁶, R⁹, R¹⁰ und R¹¹ können perfluoriert oder substituiert sein durch 1-5 Halogenatome, Hydroxygruppen, C₁-C₄-Alkoxygruppen, C₆-C₁₂-Arylgruppen (die durch 1-3 Halogenatome substituiert sein können).

25 Für eine Alkenylgruppe R³ steht vorzugsweise eine Prop-2-enyl- oder But-2-enylgruppe.

Als Arylrest R^{2a}, R^{2b}, R⁵, R⁶, R⁹, R¹⁰ und A kommen substituierte und unsubstituierte carbocyclische oder heterocyclische Reste mit einem oder mehreren
 30 Heteroatomen wie z.B. Phenyl, Naphthyl, Furyl, Thienyl, Pyridyl, Pyrazolyl, Pyrimidinyl, Oxazolyl, Pyridazinyl, Pyrazinyl, Chinolyl, Thiazolyl, Benzothiazolyl, Benzoxazolyl, Chinolyl, die einfach oder mehrfach substituiert sein können durch Halogen, OH, O-Alkyl, CO₂H, CO₂-Alkyl, -NH₂, -NO₂, -N₃, -CN, C₁-C₂₀-Alkyl, C₁-C₂₀-Acyl, C₁-C₂₀-Acyloxy-Gruppen, in Frage.

35 Im Falle eines substituierten Arylrestes A ist dies insbesondere ein 2-Methylbenzothiazol-5-yl-rest.

Die Aralkylgruppen in R^{2a}, R^{2b}, R³, R⁵, R⁶, R⁹, R¹⁰ und A können im Ring bis 14 C-Atome, bevorzugt 6 bis 10 und in der Alkylkette 1 bis 8, bevorzugt 1 bis 4 Atome enthalten. Als Aralkylreste kommen beispielsweise in Betracht Benzyl, Phenylethyl, Naphthylmethyl, Naphthylethyl, Furylmethyl, Thienylethyl, Pyridylpropyl. Die Ringe können einfach oder mehrfach substituiert sein durch Halogen, OH, O-Alkyl, CO₂H, CO₂-Alkyl, -NO₂, -N₃, -CN, C₁-C₂₀-Alkyl, C₁-C₂₀-Acyl, C₁-C₂₀-Acyloxy-Gruppen.

Halogen in R⁵, R⁶, R⁹ und V bedeutet Fluor, Chlor, Brom oder Iod.

10

Als Schutzgruppen PG kommen die dem Fachmann bekannten Reste wie beispielsweise Alkyl-, Silyl- und Acylreste in Betracht. Bevorzugt sind aus den entsprechenden Alkyl- und Silylethern leicht abspaltbare Alkyl- bzw. Silylreste, wie beispielsweise der Methoxymethyl-, Methoxyethyl-, Ethoxyethyl-, Tetrahydropyranyl-, Tetrahydrofuranyl-, Trimethylsilyl-, Triethylsilyl-, tert.-Butyldimethylsilyl-, tert.-Butyldiphenylsilyl-, Tribenzylsilyl-, Triisopropylsilyl-, Benzyl, para-Nitrobenzyl-, para-Methoxybenzyl-Rest sowie Alkylsulfonyl- und Arylsulfonylreste. Als Acylreste kommen z.B. Formyl, Acetyl, Propionyl, Isopropionyl, Pivalyl-, Butyryl oder Benzoyl, die mit Amino- und/oder Hydroxygruppen substituiert sein können, in Frage.

20

Die Acylgruppen PG können 1 bis 20 Kohlenstoffatome enthalten, wobei Formyl-, Acetyl-, Propionyl-, Isopropionyl und Pivalylgruppen bevorzugt sind.

Der Index m in der aus R^{2a} und R^{2b} gebildeten Alkylengruppe steht vorzugsweise für 1, 2, 3 oder 4.

Bei bevorzugten erfindungsgemäßen Epothilon-Derivaten der allgemeinen Formel I hat R³ die Bedeutung von [2,3-³H]-Propyl, [2,3-³H]-Butyl oder [3,4-³H]-Butyl.

Die nachstehend genannten Verbindungen sind erfindungsgemäß besonders bevorzugt:

1. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion

2. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
3. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
- 5 4. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
- 10 5. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
6. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
- 15 7. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
8. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
- 20 9. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
10. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
- 25 11. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
12. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
- 30 13. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
14. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
- 35 15. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion

16. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
- 5 17. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
- 10 18. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
19. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
- 15 20. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
21. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
- 20 22. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
23. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
- 25 24. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
25. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
- 30 26. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
27. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
- 35 28. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion

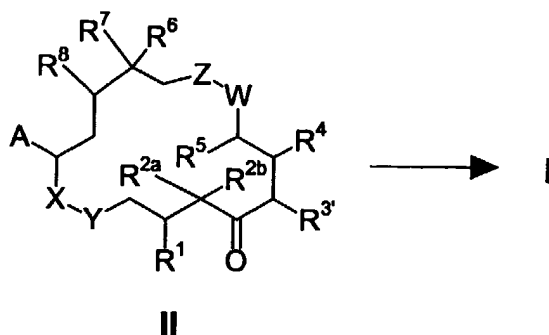
29. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
30. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
31. (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
32. (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
33. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
34. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
35. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
36. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
37. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
38. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
39. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
40. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
41. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
42. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion

43. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
44. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
45. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
46. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
47. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
48. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
49. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
50. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
51. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
52. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
53. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
54. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
55. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
56. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion

57. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-
1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
58. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-
butyl-3-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-
5 oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
59. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-
1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
60. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-
butyl-3-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-
10 oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
61. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-
1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
62. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-
butyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-
15 oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
63. (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-1-
aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion
64. (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-
butyl-3-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-
20 oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion
65. (1S,3S,7S,10R(2RS),11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-
benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-
dion
66. (1S,3S,7S,10R(2E/Z),11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-prop-2-enyl-3-(2-
25 methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-
dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung
30 der erfindungsgemäßen Epothilon-Derivate der allgemeinen Formel I bzw. I'. Die
Herstellung der neuen Epothilon-Derivate basiert auf der Umsetzung einer Verbindung
der allgemeinen Formel II,

-10-



- worin R^1 , R^{2a} , R^{2b} , R^4 , R^5 , R^6 , R^7 , R^8 , A, X, Y, Z und W die oben genannten Bedeutungen haben und $R^{3'}$ eine C_2 - C_{10} -Alkenyl-, C_8 - C_{20} -Aralkenyl-, C_2 - C_{10} -Alkynyl- oder C_8 - C_{20} -Aralkynyl-Gruppe bedeutet, mit Wasserstoff, der das Tritiumisotop mit einem Anteil von bis zu 100% enthält, zu einer Verbindung der allgemeinen Formel I.

- Als Alkenyl-/Alkynyl-Gruppen $R^{3'}$ sind gerad- oder verzweigt-kettige ungesättigte Alkylgruppen mit 1-20 Kohlenstoffatomen zu betrachten, wie beispielsweise Ethenyl, Propenyl, Isopropenyl, Butenyl, Isobutenyl, Heptenyl, Heptadienyl, Hexenyl, Hexadienyl, Decenyl, Ethinyl, Propinyl, Isopropinyl, Butinyl, Isobutinyl, Heptinyl, Heptadiinyl, Hexinyl, Hexadiinyl, Decinyl.
- Die Aralkenyl-/Aralkynyl-Gruppen in $R^{3'}$ können im Ring bis 14 C-Atome, bevorzugt 6 bis 10 und in der Alkenylkette 1 bis 8, bevorzugt 1 bis 4 Atome enthalten. Als Aralkenylreste kommen beispielsweise in Betracht Phenylethenyl, Naphthylethenyl, Furylethenyl, Thienylethenyl, Pyridylpropenyl, Phenylethinyl, Naphthylethinyl, Furylethinyl, Thienylethinyl, Pyridylpropinyl. Die Ringe können einfach oder mehrfach substituiert sein durch Halogen, OH, O-Alkyl, CO_2H , CO_2 -Alkyl, $-NO_2$, $-N_3$, $-CN$, C_1 - C_{20} -Alkyl, C_1 - C_{20} -Acyl, C_1 - C_{20} -Acyloxy-Gruppen.

- Die Herstellung von Verbindungen der allgemeinen Formel II ist beispielsweise in DE 199210861.1 bzw. PCT/IB00/00657 beschrieben auf deren Inhalt hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird.

-11-

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind Arzneimittel oder Diagnostika, welche mindestens ein erfindungsgemäßes Epothilon-Derivat der allgemeinen Formel I enthalten.

- 5 Die neuen Verbindungen der Formel I sind wertvolle Pharmaka und wertvolle diagnostische Sonden zur Aufklärung beispielsweise von Wirkmechanismen, biochemischen, pharmakokinetischen und/oder pharmakodynamischen Abläufen. Sie interagieren mit Tubulin, indem sie gebildete Mikrotubuli stabilisieren und sind somit in der Lage, die Zellteilung phasenspezifisch zu beeinflussen. Dies betrifft vor allem
- 10 schnell wachsende, neoplastische Zellen, deren Wachstum durch interzelluläre Regelmechanismen weitgehend unbeeinflusst ist. Wirkstoffe dieser Art sind prinzipiell geeignet zur Behandlung / Diagnose von Erkrankungen, bei denen die Beeinflussung der Zellteilung therapeutisch indiziert sein kann.
- 15 Exemplarisch genannt seien hier die Behandlung / Diagnose maligner Tumoren, der Malaria, chronischer entzündlicher Erkrankungen wie beispielsweise der Psoriasis, die Therapie / Diagnose von Erkrankungen welche durch gram-negative Bakterien verursacht sind, sowie die Behandlung / Diagnose von Erkrankungen des zentralen und peripheren Nervensystems, die auf exzitotoxischen Mechanismen beruhen wie z.B. die
- 20 Therapie / Diagnose akuter neurodegenerativer Erscheinungen, wie sie beispielsweise durch Schlaganfall oder traumatische Hirnverletzungen entstehen, die Therapie Diagnose chronischer neurodegenerativer Erscheinungen einschließlich des Morbus Alzheimer sowie die Therapie / Diagnose der amyotrophen Lateralsklerose.
- 25 Als Anwendungsbereich für maligne Tumoren seien beispielsweise genannt die Therapie / Diagnose von Ovarial-, Magen-, Colon-, Adeno-, Brust-, Lungen-, Kopf- und Nacken-Karzinomen, dem malignen Melanom, der akuten lymphozytären und myelocytären Leukämie.
- 30 Zur Vermeidung unkontrollierter Zellwucherungen an sowie der besseren Verträglichkeit von medizinischen Implantaten lassen sie sich prinzipiell in die hierfür verwendeten polymeren Materialien auf- bzw. einbringen. Die erfindungsgemäßen Verbindungen können alleine oder zur Erzielung additiver oder synergistischer Wirkungen in Kombination mit weiteren in der Therapie / Diagnose anwendbaren Prinzipien und
- 35 Substanzklassen verwendet werden.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen können generell alleine oder zur Erzielung additiver oder synergistischer Wirkungen in Kombination mit weiteren in den jeweiligen

Therapie- / Diagnosegebieten anwendbaren Prinzipien und Substanzklassen verwendet werden.

5 Die Erfindung betrifft auch Arzneimittel / Diagnostika auf Basis der pharmazeutisch verträglichen, d.h. in den verwendeten Dosen nicht toxischen Verbindungen der allgemeinen Formel I, gegebenenfalls zusammen mit den üblichen Hilfs- und Trägerstoffen.

10 Die erfindungsgemäßen Verbindungen können nach an sich bekannten Methoden der Galenik zu pharmazeutischen Präparaten / Diagnostika für die enterale, percutane, parenterale oder lokale Applikation verarbeitet werden. Sie können in Form von Tabletten, Dragees, Gelkapseln, Granulaten, Suppositorien, Implantaten, injizierbaren sterilen wäßrigen oder öligen Lösungen, Suspensionen oder Emulsionen, Salben, Cremes und Gelen verabreicht werden.

15 Der oder die Wirkstoffe können dabei mit den in der Galenik üblichen Hilfsstoffen wie z.B. Cyclodextrinen, Liposomen, Gummiarabikum, Talk, Stärke, Mannit, Methylcellulose, Laktose, Tensiden wie Tweens oder Myrj, Magnesiumstearat, wäßrigen oder nicht wäßrigen Trägern, Paraffinderivaten, Netz-, Dispergier-, Emulgier-,
20 Konservierungsmitteln und Aromastoffen zur Geschmackskorrektur (z.B. etherischen Ölen) gemischt werden.

Die Erfindung betrifft somit auch pharmazeutische Zusammensetzungen, die als Wirkstoff zumindest eine erfindungsgemäße Verbindung enthalten. Eine Dosiseinheit enthält
25 etwa 0,1-100 mg Wirkstoff(e). Die Dosierung der erfindungsgemäßen Verbindungen liegt beim Menschen bei etwa 0,1-1000 mg pro Tag.

Die nachfolgenden Beispiele dienen der näheren Erläuterung der Erfindung, ohne sie darauf einschränken zu wollen:

Beispiel 1

(4S,7R(2RS),8S,9S,13/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion

- 5 Die Lösung von 4,0 mg (7,73 µmol) (4S,7R,8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-(prop-2-en-1-yl)-cyclohexadec-13-en-2,6-dion, das man in Analogie zu dem in DE 199210861.1 beschrieben Verfahren hergestellt hat, in 1,5 ml wasserfreiem und entgastem Tetrahydrofuran versetzt man bei 23°C mit 8 mg Tris-(triphenylphosphin)-
10 rhodium(I)chlorid und rührt 5 Stunden kräftig unter einer Atmosphäre aus Tritiumgas. Nach Filtration engt man ein und reinigt den Rückstand durch HPLC. Isoliert werden 2,4 mg (4,60 µmol, 60%).

Beispiel 2

- 15 **(1S,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion**

- In Analogie zu Beispiel 1 setzt man 1,0 mg (1,87 µmol) (1S,3S(E),7S,10R,11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-(prop-2-en-1-yl)-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-
20 5,9-dion, das man in Analogie zu dem in DE 199210861.1 beschrieben Verfahren hergestellt hat, um und isoliert nach Aufarbeitung und Reinigung 0,81 mg (1,5 µmol, 80%) der Titelverbindung.

Beispiel 3**Spezifikationen der radioaktiv markierten Verbindungen aus Beispiel 1 und 2.**

	Verbindung Bsp. 1	Verbindung Bsp. 2
Summenformel	C ₂₉ H ₄₃ T ₂ NO ₅ S	C ₂₉ H ₄₃ T ₂ NO ₆ S
Molekulargewicht	523,8 g	539,8 g
Menge	2,410 mg 4,6 µMol	0,812 mg 1,51 µMol
Gesamtaktivität	4952,24 MBq 133,84 mCi	1603,29 mBq 43,33 mCi
Spezifische Aktivität	1068,19 GBq/mMol 2,055 GBq/mg 28870 Ci/Mol 55,54 Ci/g	1058,3 GBq/mMol 1,975 GBq/mg 28602 Ci/Mol 53,38 Ci/g
Reinheit (HPLC)	> 98%	> 98%

5

Beispiel 4**Untersuchung zur Zellgängigkeit und Verteilung der radioaktiv markierten Verbindung aus Beispiel 1**

Je 4x10⁶ Zellen werden mit 5µCi der Verbindung aus Beispiel 1 radioaktiv markiert und anschließend zweimal mit Medium und einmal mit PBS gewaschen. Es werden 2ml Lysepuffer (10 mM Tris HCl pH 7,0, 10 mM NaCl 1,5 mM MgCl₂ 0,2 % NP 40) auf eine Pertischale pipettiert und 10 Min. auf Eis inkubiert. Die Zellen werden mit einem rubberpoliceman sorgfältig abgekratzt und in ein Pottergefäß überführt und mit 30 Hüben bei 500upm homogenisiert. 100µl werden abpipettiert und mit 4ml PicoFluor Szintillator zur Bestimmung der Gesamtaktivität (Gesamt cpm) versetzt. Der Rest wird in ein Plastikröhrchen überführt und 20 Minuten bei 4°C und 1000g zentrifugiert. Vom Überstand werden 100µL abpipettiert (Zytosol), das Pellet (Kerne) in 100µl Lysepuffer resuspendiert und mit je 4ml PicoFluor Szintillator versetzt. Den Rest des Überstandes überführt man in ein Ultrazentrifugenröhrchen und zentrifugiert bei 4°C und 100000g für 2 Stunden. Vom Überstand (Protein) werden 100µL abpipettiert, das Pellet (Pellet und Membranen), in 100µl Lysepuffer resuspendiert und mit je 4ml PicoFluor Szintillator versetzt. Die Probe läßt man für 12 Stunden stehen, zählt anschließend aus und korrigiert die cpm auf das entsprechende Gesamtvolumen.

25 Verteilung der Gesamtaktivität [cpm] der Verbindung aus Beispiel 1 in der Zelle

-15-

Cpm	Verbindung aus Beispiel 1
Gesamt	635020
Zytosol	554640
Kerne	51480
Protein	433400
Pellet+ Membranen	135308

Relative Verteilung der Aktivität [%] der Verbindung aus Beispiel 1 in der Zelle

%	Verbindung aus Beispiel 1
Gesamt	100
Zytosol	87
Kerne	8
Protein	68
Pellet+ Membranen	21

5

Beispiel 5

Untersuchung zur Zellgängigkeit und Verteilung der radioaktiv markierten Verbindung aus Beispiel 2

- 10 In Analogie zu Beispiel 4 bestimmt man die zelluläre Verteilung der Verbindung aus Beispiel 2.

Verteilung der Gesamtaktivität [cpm] der Verbindung aus Beispiel 2 in der Zelle

Cpm	Verbindung aus Beispiel 2
Gesamt	1984120
Zytosol	1013640
Kerne	814299
Protein	683183
Pellet+ Membranen	237760

15

Relative Verteilung der Aktivität [%] der Verbindung aus Beispiel 2 in der Zelle

%	Verbindung aus Beispiel 2
Gesamt	100
Zytosol	51
Kerne	41
Protein	34
Pellet+ Membranen	12

Beispiel 6

(1S,3S,7S,10R(2RS),11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion

- 5 In Analogie zu Beispiel 1 setzt man 1,2 mg (2,21 µmol) (1S,3S,7S,10R,11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-(prop-2-en-1-yl)-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion, das man in Analogie zu dem in DE 199210861.1 beschriebenen Verfahren hergestellt hat, um und isoliert nach Aufarbeitung und Reinigung 1,16 mg (2,11 µmol, 95%) der Titelverbindung.

10

Beispiel 7

Spezifikationen der radioaktiv markierten Verbindung aus Beispiel 6.

	Verbindung Bsp. 6
Summenformel	C ₃₀ H ₄₁ T ₂ NO ₆ S
Molekulargewicht	549,74 g
Menge	1,16 mg 2,11 µMol
Gesamtaktivität	2221,83 MBq 60,05 mCi
Spezifische Aktivität	1054 GBq/mMol 1,917 GBq/mg 28460 Ci/Mol 51,77 Ci/g
Reinheit (HPLC)	> 98%

15

Beispiel 8**Untersuchung zur Zellgängigkeit und Verteilung der radioaktiv markierten Verbindung aus Beispiel 6.**

In Analogie zu Beispiel 4 bestimmt man die zelluläre Verteilung der Verbindung aus
 5 Beispiel 6.

Verteilung der Gesamtaktivität [cpm] der Verbindung aus Beispiel 6 in der Zelle

Cpm	Verbindung aus Beispiel 6
Gesamt	6787048
Zytosolische Proteine	3869124
Kernproteine	1348915

10 Relative Verteilung der Aktivität [%] der Verbindung aus Beispiel 6 in der Zelle

%	Verbindung aus Beispiel 6
Gesamt	100
Zytosolische Proteine	57
Kernproteine	20

Beispiel 9

15 **(1S,3S,7S,10R(2E/Z),11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-prop-2-enyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion**

Die Lösung von 5,0 mg (9,2 µmol) (1S,3S,7S,10R,11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-(prop-2-en-1-yl)-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-

20 dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion, das man in Analogie zu dem in DE 199210861.1 beschrieben Verfahren hergestellt hat, in 0,7 ml Ethylacetat versetzt man mit 7 µl Pyridin, einer Microspatelspitze Pd/Ba₂SO₄ (10%ig) und hydriert unter 1 at Wasserstoff/Tritium-Gas am Schüttelautomaten für 1,5 Minuten. Danach hat sich der Katalysator von braun nach schwarz (aktivierte Form) verfärbt. Man hydriert noch eine
 25 weitere Minute, verdünnt mit Dichlormethan, filtriert über Celite und engt ein. Restliches Pyridin wird durch Zugabe von Toluol und anschließendem Einengen entfernt. Den Rückstand reinigt man durch HPLC. Isoliert werden 3,7 mg der Titelverbindung (6,8 mmol, 74%).

Beispiel 10**Spezifikationen der radioaktiv markierten Verbindung aus Beispiel 9.**

	Verbindung Bsp. 9
Summenformel	C ₃₀ H ₃₉ T ₂ NO ₆ S
Molekulargewicht	547,74 g
Menge	0,562 mg 1,03 µMol
Gesamtaktivität	923,0 MBq 24,95 mCi
Spezifische Aktivität	893 GBq/mMol 1,64 GBq/mg 24223 Ci/Mol 44,22 Ci/g
Reinheit (HPLC)	> 96%

5

Beispiel 11**Untersuchung zur Zellgängigkeit und Verteilung der radioaktiv markierten Verbindung aus Beispiel 9.**

In Analogie zu Beispiel 4 bestimmt man die zelluläre Verteilung der Verbindung aus

10 Beispiel 2.

Verteilung der Gesamtaktivität [cpm] der Verbindung aus Beispiel 9 in der Zelle

Cpm	Verbindung aus Beispiel 9
Gesamt	6880000
Zytosol	1300000
Kerne	4930000

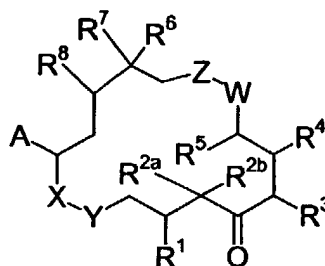
15 **Tabelle 8: Relative Verteilung der Aktivität [%] der Verbindung aus Beispiel 9 in der Zelle**

%	Verbindung aus Beispiel 9
Gesamt	100
Zytosol	19
Kerne	72

PATENTANSPRÜCHE

5

1. Epothilon-Derivate der allgemeinen Formel I,



I,

worin

- 10 R^1 O-PG, Hydroxyl,
 worin PG eine Schutzgruppe ist,
 R^{2a}, R^{2b} gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander Wasserstoff,
 C_1 - C_{10} -Alkyl, Aryl, C_7 - C_{20} -Aralkyl, oder gemeinsam eine $-(CH_2)_m$ -Gruppe,
 worin m 1, 2, 3, 4 oder 5 ist,
- 15 R^3 C_2 - C_{10} -Alkyl oder C_8 - C_{20} -Aralkyl, die jeweils 2n-Tritiumatome enthalten,
 worin n 1 oder 2 ist,
 R^4 O-PG, Hydroxyl,
 R^5 Wasserstoff, C_1 - C_{10} -Alkyl, Aryl, C_7 - C_{20} -Aralkyl, Halogen,
 W-Z eine CH_2 - CH_2 , CH_2 -O oder O- CH_2 -Gruppe,
- 20 R^6 Wasserstoff, C_1 - C_{10} -Alkyl, Aryl, C_7 - C_{20} -Aralkyl, $(CH_2)_s$ -V, Halogen,
 worin s 1, 2, 3 oder 4 und
 V O-PG, Hydroxyl oder Halogen ist,
 R^7, R^8 je ein Wasserstoffatom, gemeinsam eine zusätzliche Bindung oder ein
 Sauerstoffatom,
- 25 A Aryl, C_7 - C_{20} -Aralkyl, eine Gruppe R^{10} -CH=CR⁹-,
 worin R⁹ Wasserstoff, Halogen, CN, C_1 - C_{20} -Alkyl, Aryl, C_7 - C_{20} -Aralkyl
 und
 R^{10} Wasserstoff, C_1 - C_{20} -Alkyl-, Aryl-, C_7 - C_{20} -Aralkyl- ist,
 X-Y eine O-C(=O), O- CH_2 , CH_2 -C(=O), NR¹¹-C(=O), NR¹¹-SO₂-Gruppe,
- 30 worin R¹¹ Wasserstoff, C_1 - C_{10} -Alkyl ist,

bedeuten.

2. Epothilon-Derivate gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
5 R^3 [2,3- 3H]-Propyl, [2,3- 3H]-Butyl oder [3,4- 3H]-Butyl ist.
3. Epothilon-Derivate gemäß Anspruch 1, nämlich
- 10 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3- 3H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 15 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3- 3H]-propyl-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 20 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3- 3H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 25 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3- 3H]-propyl-3-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 30 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3- 3H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 35 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3- 3H]-propyl-3-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3- 3H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,

-21-

- (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 5 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 10 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 15 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 20 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 25 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 30 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 35 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,

-22-

- (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 5 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 10 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 15 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 20 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 25 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 30 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 35 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,

- (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 5 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 10 (4S,7R(2RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[2,3-³H]-propyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 15 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 20 (1S oder R,3S(E),7S,10R(2RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 25 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 30 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 35 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,

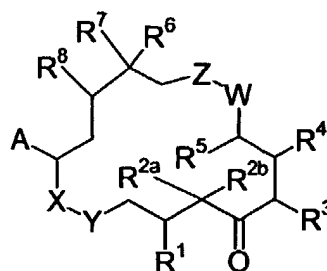
- (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 5 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 10 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 15 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 20 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 25 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 30 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 35 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,

- (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-1-oxa-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 5 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 10 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 15 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-methyl-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 20 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-fluor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 25 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 30 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-chlor-2-(2-methylthiazol-4-yl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 35 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,

-26-

- (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-methyl-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 5 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 10 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-fluor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 15 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 20 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(1-chlor-2-(2-pyridyl)ethenyl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion,
- 25 (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion,
- 30 (4S,7R(3RS),8S,9S,13E/Z,16S(E))-4,8-Dihydroxy-16-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-1-aza-5,5,9,13-tetramethyl-7-[3,4-³H]-butyl-cyclohexadec-13-en-2,6-dion und
- (1S oder R,3S(E),7S,10R(3RS),11S,12S,16R oder S)-7,11-Dihydroxy-10-[3,4-³H]-butyl-3-(2-methyl-benzoxazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4-aza-17-oxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion.
- 35 4. Epothilon-Derivate der allgemeinen Formel I',

-27-



I,

worin

R¹ O-PG, Hydroxyl,

worin PG eine Schutzgruppe ist,

- 5 R^{2a}, R^{2b} gleich oder verschieden sind und unabhängig voneinander Wasserstoff, C₁-C₁₀-Alkyl, Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl, oder gemeinsam eine -(CH₂)_m-Gruppe, worin m 1, 2, 3, 4 oder 5 ist,

R³ C₂-C₁₀-Alkenylgruppe, die 2n-Tritiumatome enthält,
 worin n 1 oder 2 ist,

- 10 R⁴ O-PG, Hydroxyl,

R⁵ Wasserstoff, C₁-C₁₀-Alkyl, Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl, Halogen,W-Z eine CH₂-CH₂, CH₂-O oder O-CH₂-Gruppe,

R⁶ Wasserstoff, C₁-C₁₀-Alkyl, Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl, (CH₂)_s-V, Halogen,
 worin s 1, 2, 3 oder 4 und

- 15 V O-PG, Hydroxyl oder Halogen ist,

R⁷, R⁸ je ein Wasserstoffatom, gemeinsam eine zusätzliche Bindung oder ein Sauerstoffatom,

A Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl, eine Gruppe R¹⁰-CH=CR⁹-,

- 20 worin R⁹ Wasserstoff, Halogen, CN, C₁-C₂₀-Alkyl, Aryl, C₇-C₂₀-Aralkyl und

R¹⁰ Wasserstoff, C₁-C₂₀-Alkyl-, Aryl-, C₇-C₂₀-Aralkyl- ist,

X-Y eine O-C(=O), O-CH₂, CH₂-C(=O), NR¹¹-C(=O), NR¹¹-SO₂-Gruppe,
 worin R¹¹ Wasserstoff, C₁-C₁₀-Alkyl ist,

bedeuten.

25

5. Epothilon-Derivate gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass R³ [2,3-³H]-Prop-2-enyl ist.

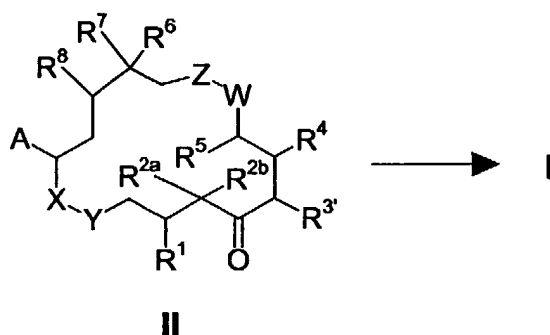
- 30 6. Epothilon-Derivate nach Anspruch 4, nämlich

-28-

(1S,3S,7S,10R(2RS),11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-propyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion

5 (1S,3S,7S,10R(2E/Z),11S,12S,16R)-7,11-Dihydroxy-10-[2,3-³H]-prop-2-enyl-3-(2-methyl-benzothiazol-5-yl)-8,8,12,16-tetramethyl-4,17-dioxabicyclo[14.1.0]heptadecan-5,9-dion

10 7. Verfahren zur Herstellung von Epothilon-Derivate der allgemeinen Formel I bzw. I', das dadurch gekennzeichnet ist, dass man eine Verbindung der allgemeinen Formel II



15

worin

R^{3'} eine C₂-C₁₀-Alkenyl-, C₈-C₂₀-Aralkenyl-, C₂-C₁₀-Alkynyl- oder C₈-C₂₀-Aralkynyl-Gruppe bedeutet und

R¹, R^{2a}, R^{2b}, R⁴, R⁵, R⁶, R⁷, R⁸, A, X, Y, Z und W die in Anspruch 1 genannten

20 Bedeutungen haben,

mit Wasserstoff, der das Tritiumisotop mit einem Anteil von bis zu 100% enthält, zu einer Verbindung der allgemeinen Formel I umsetzt.

25

8. Arzneimittel, gekennzeichnet durch einen Gehalt an einer Verbindung gemäß Anspruch 1, gegebenenfalls unter Zusatz üblicher Hilfs-, Träger- und Zusatzstoffe.

9. Diagnostikum, gekennzeichnet durch einen Gehalt an einer Verbindung gemäß Anspruch 1, gegebenenfalls unter Zusatz üblicher Hilfs-, Träger- und Zusatzstoffe.